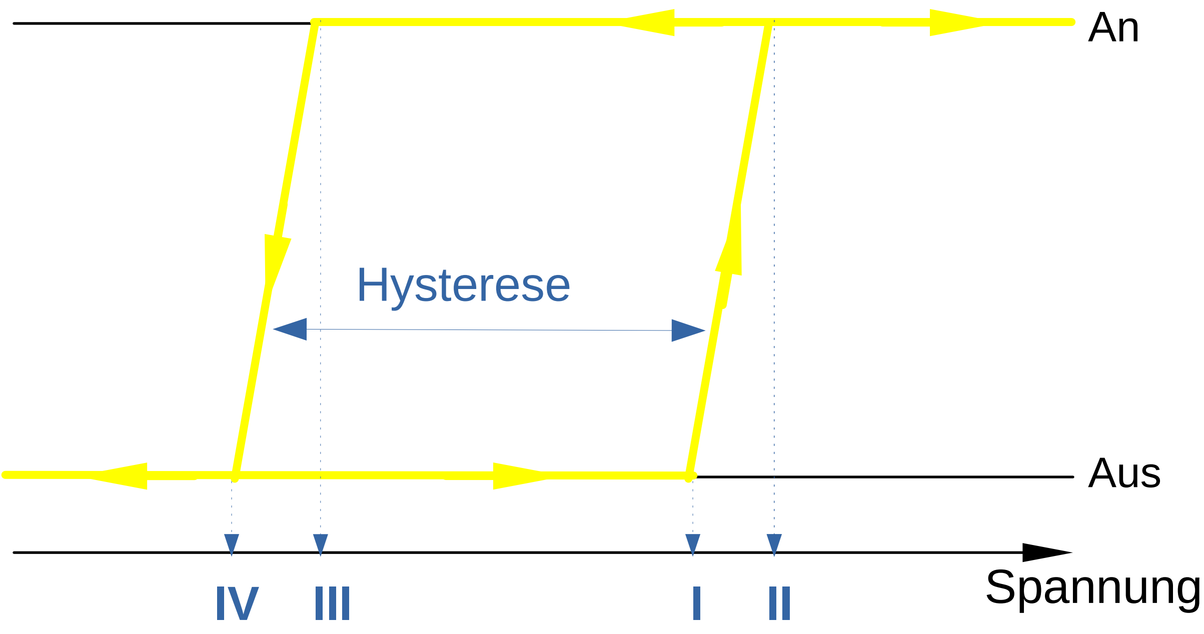
Bosch Z-Regler Funktionsschema (anhand des Rückstromschalters)



Grundlagen Schaltverhalten eines spulenbetätigten Kontaktes:

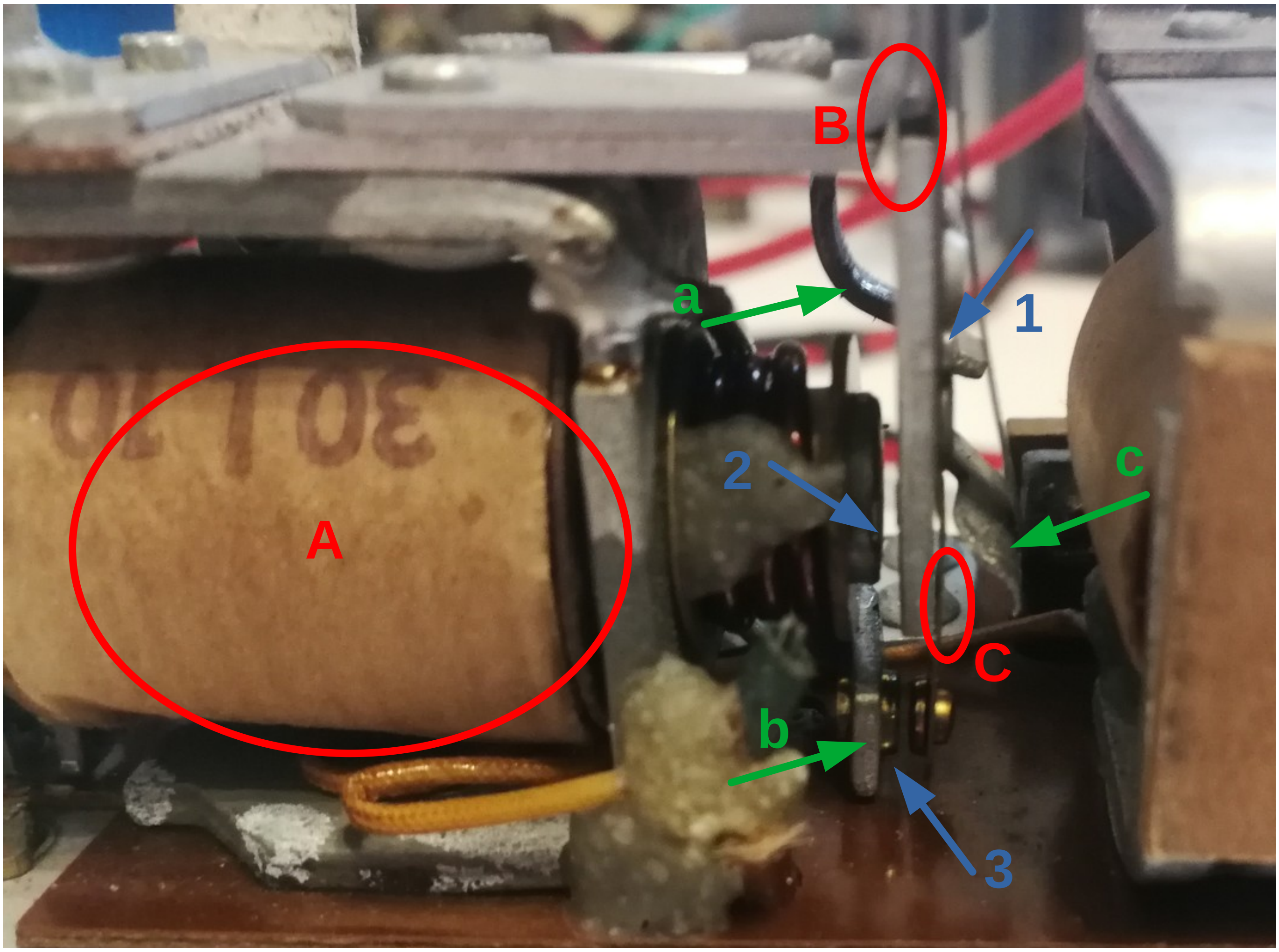
- in Ruhelage wird die Spannung an der Spule langsam erhöht, bis Punkt (**I**) erreicht wird und sich der Schaltkontakt von der Ruhestellung abhebt
- die Spannung an der Spule wird weiter erhöht und damit wird das Magnetfeld größer, damit auch die Kraft, welche auf den Hammer wirkt. Gleichzeitig wird der Luftspalt zwischen Eisenkern und Hammer kleiner, wodurch der Schaltkontakt mit einer beschleunigten Bewegung auf den Schließerkontakt zu bewegt wird, bis dieser seine Endlage im eingeschaltenen Zustand erreicht hat (Punkt **II**).
- eine weitere Erhöhung der Spannung sorgt evtl. noch für ein schließen des Magnetkreises bzw. führt zum mechanischen Endanschlag des Hammers

Beim Reduzieren der Spannung wirkt die Haltekraft des Magnetfeldes und bewirkt dadurch eine Hysterese im Schaltverhalten

- die Spannung wird kleiner und ab dem Punkt **III** löst sich der Schaltkontakt und öffnet damit
- bei weiterer Reduzierung der Spannung wird das Magnetfeld kleiner und gleichzeitig auch der Luftspalt wieder größer, dies resultiert in einem beschleunigten Abfallen des Schaltkontaktes in Ruhelage (Punkt **IV**)

Vorteil Z-Regler ggü. F-Regler:

- getrennte Hammer für Rückstromschalter und 3-Punkt-Regler, damit leichteres Einstellen möglich
- Hammerkontakt hat Erhöhung zur Minimierung des Hammerklebens (sonst erhöhte Hysterese)

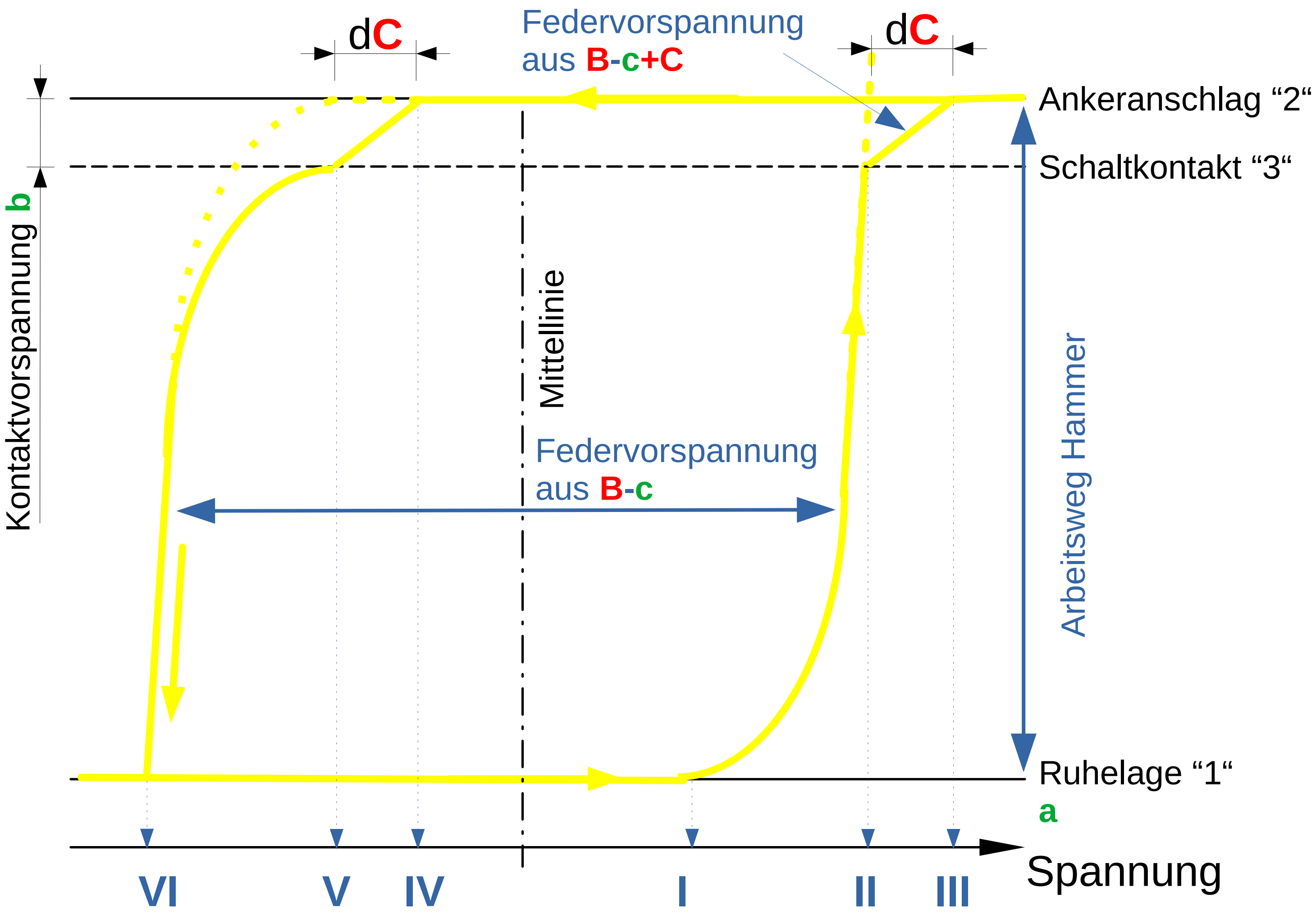


Unveränderliche Komponenten:
A: Magnetfeld, Kraftlinien, Kennlinie der Spule
B: gefederte Aufhängung des Hammers
C: gefedert befestigter Schaltkontakt

Abstände:
1: Endanschlag Ruhestellung
2: Arbeitsweg von Hammer bis Spulenkern
3: Abstand des Schaltkontaktes

Einstellmöglichkeiten
a: Endanschlag der Ruhestellung
b: Kontaktabstand des Schaltkontakt
c: Federvorspannung durch Lasche

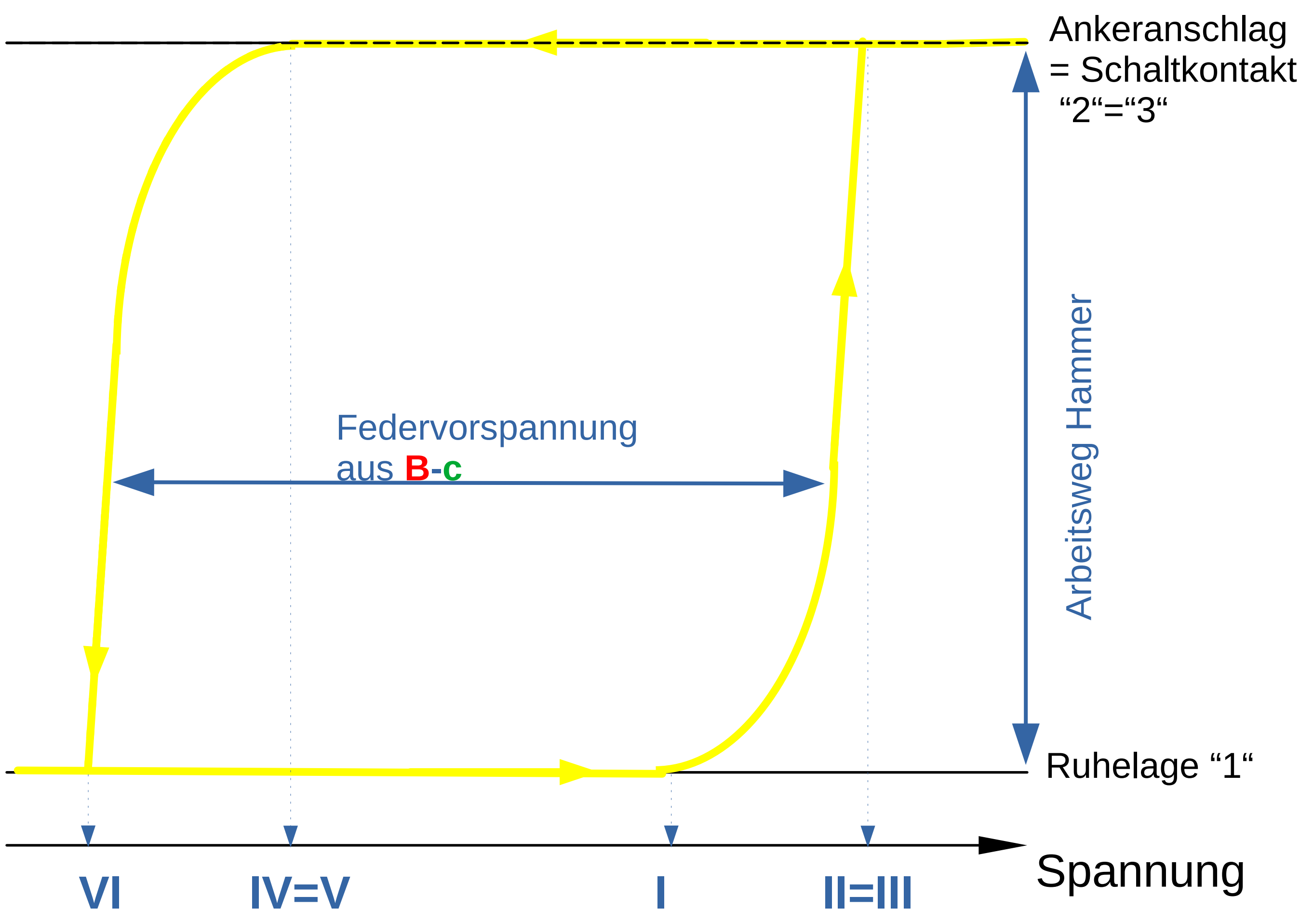
Rückstromschalter Übersicht



Schließen:
Bei steigender Spannung und damit größer werdendem Magnetfeld (Kraft auf Hammer) muss die Gegenkraft der Federvorspannung aus „**B**-**c**“ überwunden werden, wobei „**B**“ unveränderlich ist, aber „**c**“ verstellt werden kann.
Steigt die Magnetkraft über die Federvorspannung knallt der Schaltkontakt „**3**“ aufeinander (**II**) und nun wird zusätzlich die Federkraft „**C**“ wirksam, welche auf die Schaltkontakte „**3**“ drückt. Damit muss das Magnetfeld gegen die nun wirksame Federvorspannung aus „**B**-**c**+**C**“ arbeiten.
Es ist anzustreben, dass der Schaltkontakt „**3**“ schon eher auftrifft als es der Ankeranschlag „**2**“ tut (**III**), damit eine ausreichende Andruckkraft der elektrischen Kontakte bei „**3**“ erfolgt.

Öffnen:
Die Spannung wird reduziert, dabei unterstützt die Federandruckkraft „**C**“ den Lösemoment (hohe Vorspannung sorgt für zeitigeres Lösen) vom Ankeranschlag (**IV**), ein weiterer Rückgang des Magnetfeldes resultiert im Öffnen des Schaltkontaktes (**V**), nun wirkt das Magnetfeld wieder nur gegen die Federvorspannung „**B**-**c**“ und der Hammer schlägt in Ruhelage „**1**“ an (**VI**).

Rückstromschalter wenn 2=3 (Änderung an b)

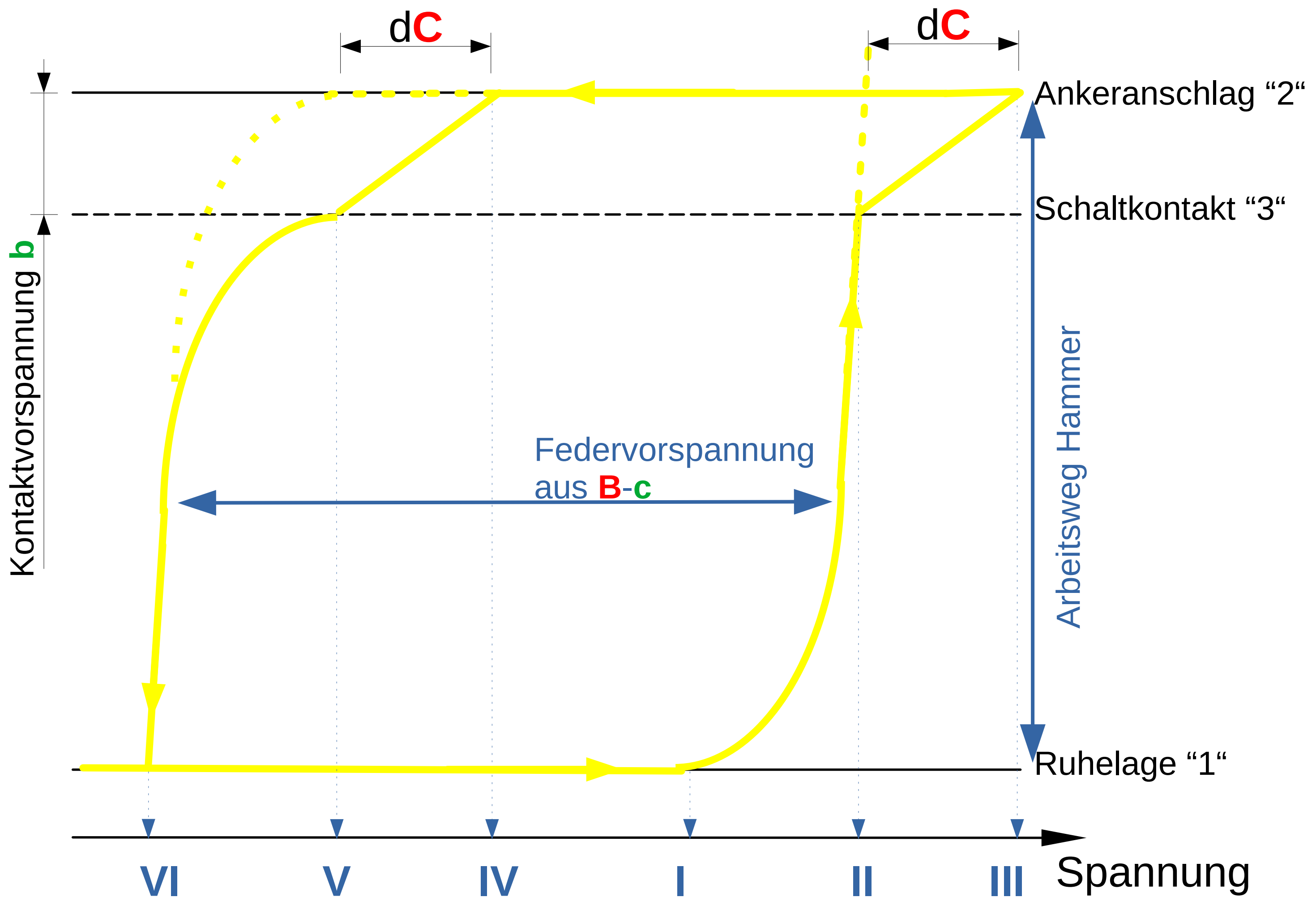


Schließen:
Wird der Kontakt „**b**“ auf gleiche Höhe wie der Ankeranschlag gestellt, dann ist auch der Einschaltkontakt „**3**“ gleichzeitig mit dem Ankeranschlag „**2**“.
Damit besteht die Gegenkraft gegen das Magnetfeld ausschließlich aus „**B-c**“.
Dies führt zu einer zu geringen Andruckkraft des Schaltkontaktes und damit unter Umständen zum Übergangswiderstand am Schaltkontakt.

Öffnen:
Da die Federvorspannung nur aus „**B-c**“ besteht, verbleibt der Schaltkontakt noch bei weit kleinerer Spannung bestehen, der Öffnungszeitpunkt (**IV**=**V**) erfolgt bei kleinerer Spannung.

Es besteht eine große Schalthysterese.

Rückstromschalter (3 mehr Abstand zu 2)
Änderung an b

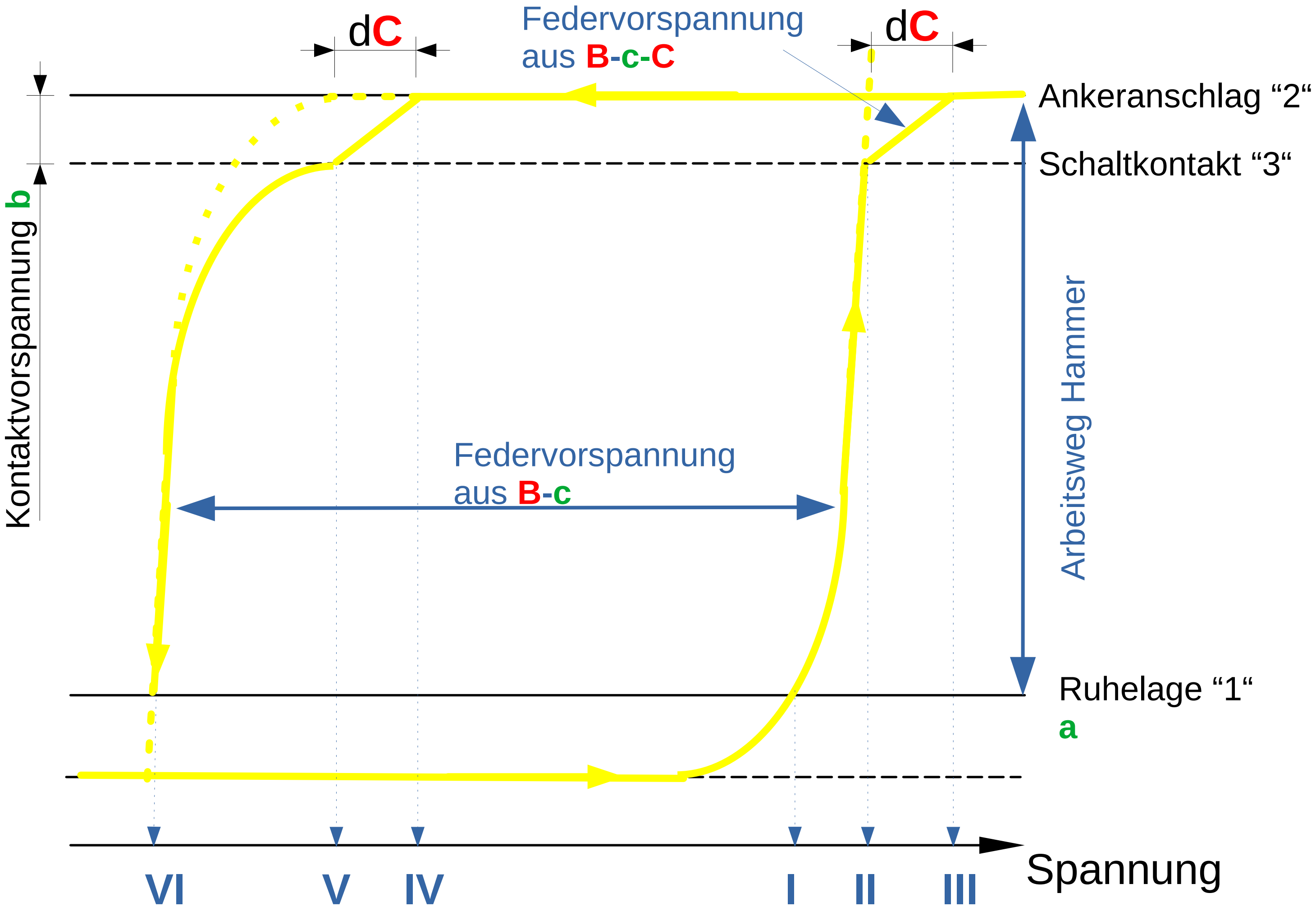


Schließen:
Wird der Kontakt „**b**" zu weit vor dem Ankeranschlag gestellt, dann Schließt der Schaltkontakt „**3**" zwar eher (**II**), aber das Magnetfeld muss mehr Kraft aufwenden um gegen die Federvorspannung „**C**" an zuarbeiten und damit erfolgt der Ankeranschlag „**2**" später (**III**).

Öffnen:
Da die Federvorspannung „**C**" nun stärker gegen das Magnetfeld wirkt, erfolgt nun auch das Abheben vom Ankeranschlag (**IV**) bei einer noch höheren Spannung.
Der Einfluss auf das Öffnen des Schaltkontaktes „**3**" ist minimal bei höherer Spannung.

Merke:
Der Einfluss von einer zu großen Federvorspannung „**b**" macht sich stärker beim Schließen (**II**) des Kontaktes „**3**" bemerkbar, als beim Öffnen (**V**) von „**3**"

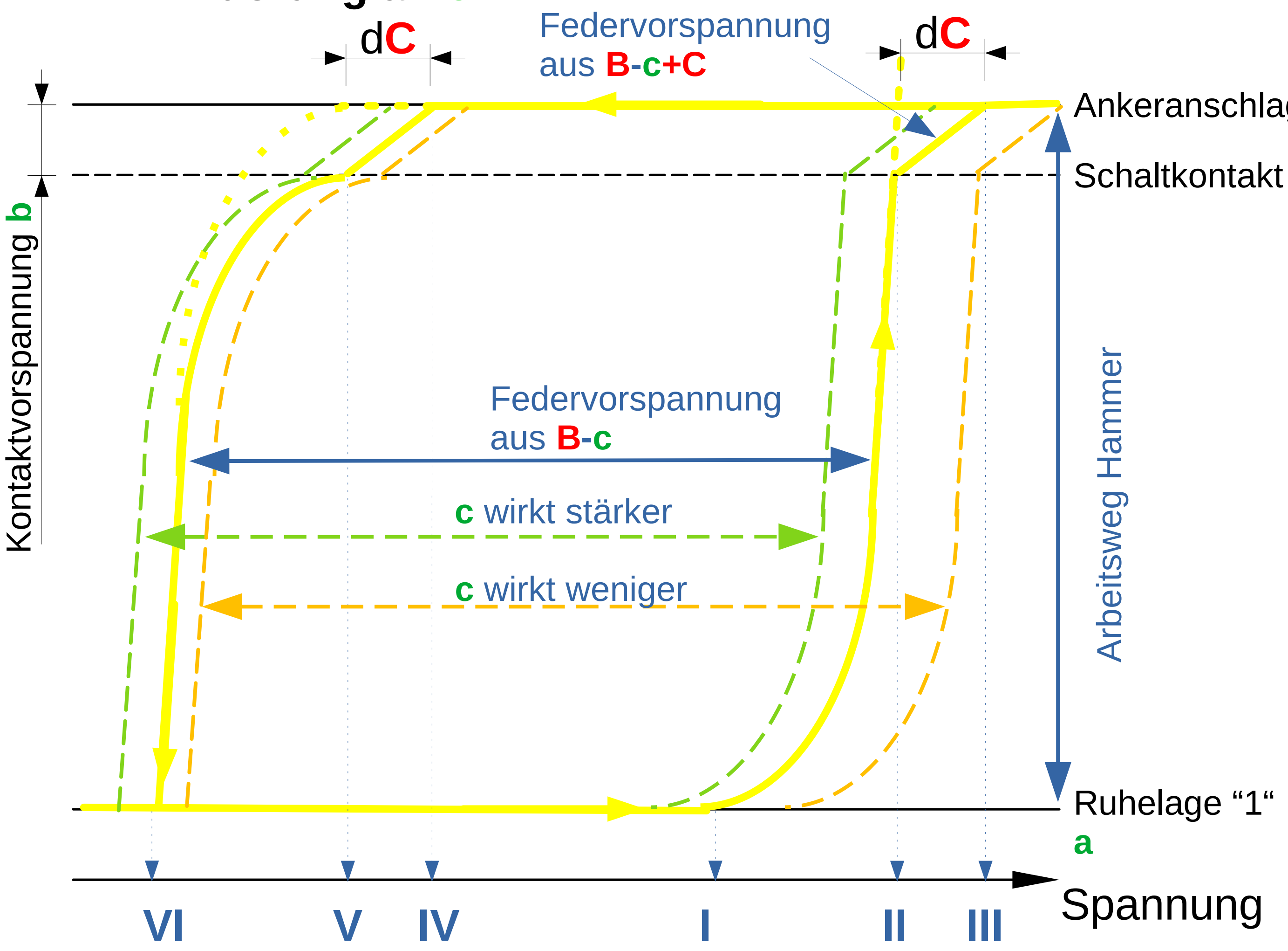
Rückstromschalter (1 weiter an 2)
Änderung an a



Schließen:
Durch Verstellen der Ruhelage „**1**“ wird der Luftspalt zum Anker zwar kleiner,
Aber es muss weiterhin die Federvorspannung aus „**B-c**“ überwunden werden.
Das Schließen des Schaltkontakt „**3**“ und „**2**“ erfolgt sehr schnell, d.h. das Magnetfeld ist zum Zeitpunkt des Schließens von „**3**“ (**II**) bereits so stark, dass unmittelbar bei minimalem Spannungsanstieg der Ankeranschlag „**2**“ erfolgt (**III**).

Öffnen:
Auf das Öffnungsverhalten hat die Verstellung der Ruhelage „**1**“ keinen Einfluss,
Das Magnetfeld muss weiterhin wie zuvor bereits gegen die Federvorspannung aus „**B-c+C**“ arbeiten.

Rückstromschalter Federvorspannung Lasche
Änderung an c



Schließen:
Durch Biegen der Lasche „c“ nach Außen, wird die Federvorspannung von „c“ erhöht und damit muss das Magnetfeld gegen eine geringere Federvorspannung „B-c“ arbeiten, das Einschalten (II) erfolgt bereits bei geringerer Spannung.
Entgegen dann eine weiter zum Anker gebogene Lasche „c“ eine größere Kraft das Magnetfeldes erfordert → Einschalten (II & III) erfolgen erst bei höherer Spannung.
Öffnen:
Bei Lasche „c“ weiter außen hält der Schaltkontakt „3“ & „2“ noch bei wesentlich kleinerer Spannung geschlossen (IV & V), da das Magnetfeld durch die Federvorspannung an „c“ unterstützt wird.
Ist die Lasche „c“ jedoch weiter am Anker, dann ist auch deren Federkraft „c“ geringer und die Federvorspannung an „B“ sorgt für ein Öffnen von Schaltkontakt „3“ (V) bei noch höherer Spannung
Merke:
Durch Verstellen der Lasche „c“ wird im Wesentlichen die Hysterese zwischen Schließen (II) und Öffnen (V) des Schaltkontaktes „3“ beeinflusst.
Wobei sich der Schaltmoment des Öffnens (V) geringer verschiebt, als der Schaltmoment vom Schließen (II).
Lasche „c“ weiter außen → II erfolgt zeitiger, V erfolgt später (je bei kleiner Spannung)
Lasche „c“ weiter zum Anker →II erfolgt später, V erfolgt eher (je bei höherer Spannung)